

МОНІТОРИНГ МІКОБІОТИ: АКТУАЛЬНІСТЬ, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

О.В. Прилуцький

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, м. Харків, Україна
Національний природний парк "Гомільшанські ліси", Харківська обл., Україна

Прилуцький О.В. Моніторинг мікобіоти: актуальність, проблеми та перспективи.

Показано актуальність розробки програм моніторингу грибів в Україні, а також роль об'єктів ПЗФ у виконанні цих програм. Розглянуто основні методологічні труднощі моніторингу грибів, такі, як великий обсяг групи, недискретність особини, проблеми в організації дослідних ділянок. Відзначається, що головними принципами моніторингу грибів є незмінність трактування обсягу досліджуваної групи та методик обліку.

Oleg V. Prilutsky. Monitoring of fungi: the actuality, problems and perspectives.

The actuality of development of the mycological monitoring programmes in Ukraine and great importance of nature reserve territories is shown. Such methodological troubles as great number of fungi, spatial nonrestricting of the micelium and inventory plot organisation are examined. Attention should be payed to the main principles of monitoring of fungi: the unchange of the investigate group and inventory methods.

Ефективний природоохоронний менеджмент неможливий без наявності вичерпної інформації про стан та динаміку змін екосистем, а також без розуміння дійсних причин цих змін. Найбільшою мірою це стосується об'єктів природно-заповідного фонду, головним призначенням яких є збереження біологічного різноманіття. Саме це зумовило появу та розвиток численних програм моніторингу, предметом яких є біологічне різноманіття на різних його рівнях.

Моніторинг біологічного різноманіття є системою тривалого, стандартизованого збору, накопичення та аналізу інформації про біологічні об'єкти (Костюшин та ін., 2009). За іншим визначенням, моніторинг є системою регулярних тривалих спостережень, що дає інформацію про стан біорізноманіття в усіх його проявах з метою оцінки минулого, теперішнього та прогнозування у майбутньому параметрів біорізноманіття, що підтримують природний гомеостаз екосистем, а також мають значення для життєдіяльності людини (География и мониторинг..., 2002).

Незалежно від формулювання визначення, поняття “моніторинг біорізноманіття” розуміє під собою набір певних стандартизованих методик періодичного вимірювання тих чи інших параметрів біорізноманіття. Оскільки охопити все біологічне різноманіття навіть відносно невеликої території методично неможливо, існують окремі моніторингові програми, присвячені певним елементам екосистем (вища водна рослинність озера тощо) таксономічним чи екологічним групам організмів (мишовидні гризуни, лускокрилі комахи тощо), а також популяціям окремих видів (баранець звичайний тощо). Станом на сьогодні в Україні виконується щонайменше 105 моніторингових програм міжнародного, інаціонального та регіонального рівнів (за: Костюшин та ін., 2008). Кожен заповідник та національний природний парк зобов’язаний виконувати програму “Літопис природи”, що є найдавнішою та найпоширенішою в Україні моніторинговою програмою.

Втім, на сьогодні в Україні не розроблено й не впроваджено жодної державної чи регіональної програми, присвяченої моніторингу грибів. Гриби є однією з найбільших за рівнем видового різноманіття груп організмів. Як редуценти, гриби беруть на себе левову частку роботи з розкладання органічних сполук. Завдяки здатності до утворення ендомікориз та розвиненим стратегіям паразитизму саме гриби значною мірою визначають склад та структуру наземної рослинності. (Бурова, 1986; Мюллер, Леффлер, 1995; Biodiversity..., 2004;). Враховуючи це, гриби є основою гетеротрофного блоку наземних екосистем. Цілком очевидно, що моніторинг різноманіття, стану та структури грибних угруповань та популяцій окремих видів грибів має бути невід’ємним елементом екологічного моніторингу загалом. Провідну роль у цих дослідженнях, безумовно, мають відігравати об’єкти природно-заповідного фонду.

Програма “Літопис природи”, маючи розвинені ботанічну та зоологічну частини, зводить мікологічні дослідження до виявлення видового складу з акцентуванням уваги на рідкісних видах грибів, тобто видах, занесених до Червоної книги України, регіональних охоронних списків та чинних для України міжнародних угод (Андрієнко, 2002). Фактично, у тих об’єктах ПЗФ, де подібні дослідження взагалі мають місце, практикуються дві форми “моніторингу” грибів. По-перше, це спостереження за змінами “видового складу”, тобто щорічна фіксація фактів утворення плодових тіл тими чи іншими видами грибів. По-друге, це спостереження за змінами врожайності (біомаси утворених плодових тіл) декількох видів, що мають господарче значення. У деяких Національних природних парках відбувається т.зв. фітосанітарний моніторинг, тобто простеження за розвитком окремих грибів – патогенів основних лісотвірних порід дерев. Однак, у абсолютній більшості випадків подібні дослідження проводяться без участі кваліфікованих фахівців-мікологів, а достовірність та неупередженість отриманих даних часто може бути поставлена під сумнів.

Дослідник, що береться за розробку мікологічної програми моніторингу, стикається з певними труднощами, що зумовлені специфічними рисами цієї групи організмів. По-перше, величезне різноманіття та методичні труднощі у визначенні видової належності для більшості грибів унеможливають повне охоплення цієї групи в рамках одного дослідження. Це змушує конкретизувати досліджувану групу за таксономічною (до рівня відділу, класу, порядку, родини тощо), екологічною (ксилотрофи, сапротрофи на опаді тощо) або екоморфологічною (агарикоїди, гастероїди тощо) ознаками. Найкоректнішим для потреб моніторингу є звуження групи за екологічною ознакою, однак, це спричиняє виникнення методичних труднощів. У рамках однієї екологічної групи (скажімо, ксилотрофів) матимуть місце види грибів, що належать до різних, часто далеких, таксонів (у нашому прикладі – величезний комплекс базидієвих, сумчастих та анаморфних грибів). Навіть за умов наявності фахівця-міколога навряд чи можливо дібрати єдиний метод кількісного обліку для всіх представників подібної групи.

По-друге, неоднозначним є набір характеристик, що їх необхідно оцінювати в ході моніторингового дослідження. На відміну від дискретних організмів, встановити межі “особини” для більшості грибів у польових умовах неможливо. Виходячи з цього, неможливо встановити реальну біомасу, фізіологічний стан та вік міцелію. Фактично, судити про склад та структуру мікобіоти ми можемо лише за утвореними плодовими тілами. У свою чергу, інтенсивність утворення певним міцелієм плодових тіл значною мірою залежить від погодних умов протягом року та специфіки місцезростання. Цей факт сильно ускладнює трактування даних, отриманих в результаті дослідження.

З тих самих причин не існує прямого методу кількісного обліку грибів. До цієї групи організмів, на відміну від тварин та рослин, замість терміну “чисельність” (*рос.* численность, *англ.* number) прийнято застосовувати термін “численність” (*рос.* обилие, *англ.* abundance). На сьогодні існує три основних підходи до вираження численності грибів. Перший полягає у більш чи менш суб’єктивній оцінці численності та вираженні її у балах за обраною шкалою (табл. 1). Даний підхід може бути застосований при використанні як маршрутних, так і стаціонарних методів обліку.

Таблиця 1.

Шкали побальної оцінки численності грибів за кількістю груп плодових тіл (за: Змитрович и др., 2003).

Haas (1932)		Darimont (1973)		Winterhoff (1975)	
+	1 група	RR	1 група	+	1 група
1	дуже мало груп	R	1-3 групи	1	2-5 груп

2	дуже розсіяно	AR-AC	4-10 груп	2	6-10 груп
3	розсіяно	C	11-25 груп	3	Розсіяно
4	багато груп	CC	26-100 груп	4	багато груп
5	в масі	CCC	>100 груп (на гектарі)	5	Повсюдно (на 100 м ²)

Другий підхід базується на припущенні, що кількість (біомаса) міцелію пропорційна кількості (біомасі) утворених ним плодових тіл. Суть подібних методик полягає у тотальному зборі та зважуванні карпофорів досліджуваних видів на ділянках стандартної площі. Даний підхід застосовують виключно з метою оцінки продуктивності шапинкових грибів, що мають, як правило, великі плодові тіла та певне господарче значення. Проте, кількість та маса утворених одним міцелієм плодових тіл можуть істотно коливатися з року в рік в залежності від кліматичних факторів (наприклад, кількості опадів). До того ж, використання методик, пов'язаних з тотальним вилученням плодових тіл, не є доречним на територіях природно-заповідного фонду.

Третій підхід полягає у реєстрації частоти трапляння плодових тіл грибів на закономірно (чи випадково) розташованих ділянках невеликої площі. Частота трапляння виражається у відсотках чи долях ділянок, де вид було виявлено від загальної кількості ділянок.

Неможливість прямого обліку, а також потреба стандартизації методик виводить на перший план питання про спосіб організації дослідних ділянок, а саме їх розмір, форму та кількість. Маршрутний метод може мати місце лише у разі використання стаціонарних маршрутів, подібних до трансект.

Гіпотетично вважається, що оптимальна площа дослідної ділянки, необхідної для максимально повного виявлення різноманіття досліджуваної групи, може бути вирахована математично після проведення спеціального дослідження. Дослідження полягає у обліку кількості видів, виявлених на вкладених одна в одну дослідних ділянках різної площі. За отриманими даними будується крива залежності накопиченої (кумулятивної) кількості виявлених видів від площі, на якій вони були виявлені (т. зв. крива Арреніуса). Площа ділянки, що відповідає точці виходу кривої на плато, вважається мінімально необхідною для повноцінного виявлення різноманіття групи (Рис. 1.). Втім, через наявність у межах кожної групи значної кількості видів, що трапляються нечасто, обчислений розмір ділянки може бути доволі великий. До того ж, на проведення подібного дослідження потрібно досить багато часу. Різновидом даного методу є побудова кривої залежності накопиченої кількості виявлених видів від кількості досліджених ділянок стандартного розміру.

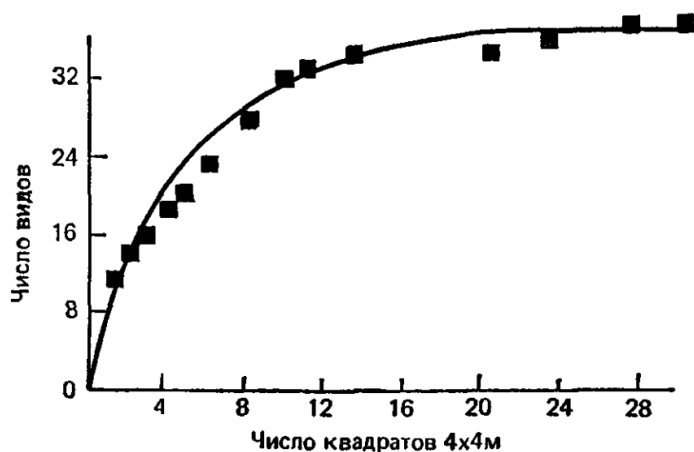


Рис. 1. Крива накопиченої кількості виявлених видів (за: Джиллер, 1988)

Розмір та форма дослідної ділянки визначаються трьома основними факторами. По-перше, еколого-морфологічними характеристиками представників досліджуваної групи. Розмір, тривалість існування, швидкість утворення плодових тіл відіграють важливу роль в організації дослідних ділянок. Так само це стосується й деяких ознак міцелію. Наприклад, міцелії сапротрофів на гілковому відпаді замешкують невеликі, дискретні субстрати, тоді як міцелії грибів-мікоризоутворювачів можуть простягатися на десятки метрів.

По-друге, спосіб організації дослідних ділянок значною мірою залежить від рівня складності (неоднорідності) біотопа. Це пояснюється тим, що різноманіття грибів на певній території безпосередньо залежить від кількості потенційних екологічних ніш, що, у свою чергу, напряму визначається різноманіттям екологічних факторів (рослинності, рельєфу, зволоженості тощо).

Третім принциповим фактором, що визначає розмір та форму дослідної ділянки, є вибір дослідником пріоритетних завдань дослідження та пріоритетних об'єктів у межах досліджуваної групи. Припустимо, досліджуваною групою обрано агарикоїдні (шапинкові) гриби з групи нагрунтових сапротрофів. Метою моніторингового дослідження (лише у межах цієї групи) може бути простеження багаторічних змін складу та кількісних співвідношень комплексу домінуючих видів; численності окремих видів (рідкісних чи індикаторних) або спостереження за змінами всього різноманіття групи. Організація ділянок, необхідних для проведення таких різних за метою досліджень, також буде різною.

Існують численні рекомендації стосовно площі, форми та кількості дослідних ділянок, сформульовані дослідниками різноманіття та екології грибів на підставі власного досвіду. Загалом можна виділити два основні підходи мікологів до стаціонарних досліджень: закладання однієї великої дослідної ділянки та закладання рівномірно розсіяних малих ділянок. Так, Л.Г. Бурова (1986) для дослідження екології грибів-макроміцетів в умовах ялиників Московської області (підзона південної тайги) використовувала трансекту 1×56 м.

К.А. Каламеєс для проведення мікоекологічних досліджень на території Естонії використовував набір з 30 трансект 15×2 м (за: Бурова, 1986). К.Ф. Малишева в умовах липняків Жигулівських гір Самарської області використовує серії облікових ділянок з мінімальним розміром 20×20 м. (Малышева, Малышева, 2008). Стаціонарні мікологічні дослідження, що здійснюються американськими мікологами на базі стаціонару Douglas-fir (хвойні ліси з *Pseudotsuga mensiesii*), передбачають використання двох трансект 50×4 м (Norvell & Exeter, 2004). Задля дослідження підстилкових сапротрофів у дощових лісах Екватору використовувалися квадрати зі стороною 1 м, розміщені вздовж трансектної лінії (Lodge & Cantrell, 1995, за: Dighton et al., 2005). J. Schmit та J. Loge вважають ділянки 10×50 м оптимальними для виявлення більшості видів ектомікоризних грибів у лісах помірної зони (за: Dighton et al., 2005). Варте уваги те, що більшість наведених методик коректно можуть застосовуватись лише у доволі гомогенних фітоценозах, де можна знайти ділянки однорідної рослинності необхідної площі. В усіх наведених прикладах об'єкт дослідження був один – агарикоїдні гриби. Причиною такого різноманіття методик стаціонарних досліджень однієї групи грибів, вочевидь, є неоднорідність фізико-географічних та екологічних умов у різних природних регіонах. Крайовий ефект, береза у ялинику.

Підсумовуючи вищесказане, варто відзначити наступне. Неймовірне таксономічне, морфологічне та екологічне різноманіття грибів, а також труднощі у визначенні меж особини та неможливість прямого обліку істотно ускладнюють організацію мікологічного моніторингового дослідження. Єдиних стандартизованих методик стаціонарних мікологічних досліджень також не існує.

На нашу думку, моніторинг суттєво відрізняється від інших різновидів польових біологічних досліджень за формулюванням мети. Мета моніторингу – простеження змін об'єкту протягом тривалого часу. Метою переважної більшості інших (флористичних, фауністичних, екологічних) досліджень є збір максимальної кількості даних про об'єкт у стислі (за можливістю) терміни. Виходячи з цього, першочергового значення для проведення моніторингу тієї чи іншої групи організмів набувають незмінність (з року в рік) розуміння обсягу досліджуваної групи та незмінність методики збору даних. Помилка методу, в разі, якщо вона відтворюється з року в рік, не впливає на кінцевий результат моніторингу такою ж мірою, як на результат флористичних чи екологічних досліджень. Таким чином, питання організації дослідних ділянок для потреб моніторингу не стоїть так само гостро, як для потреб інших досліджень.

Окремо варто розглянути питання моніторингу стану популяцій рідкісних (раритетних) видів грибів. Оскільки ці види трапляються доволі рідко, облік їх на випадково закладених

дослідних ділянках є некоректним. Моніторинг стану популяції таких видів зводиться, врешті-решт, до спостереження за утворенням плодових тіл у вже відомих локалітетах та пошуку нових локалітетів.

Варте уваги те, що все вищесказане стосується моніторингу т.зв. грибів-макроміцетів, тобто грибів, що мають відносно великі (макроскопічні) плодові тіла. Існують певні розбіжності у трактуванні понять макро- та мікроміцети. Найчастіше до макроміцетів відносять гриби, що мають плодові тіла більші за 1 мм; решту відносять до мікроміцетів (Arnolds, за: Змитрович и др., 2003). Ані таксономічного, ані екологічного значення ці терміни не мають. Підходи до моніторингу мікроміцетів, вочевидь, потребують окремої розробки. Однак, до цієї групи так само залишаються актуальними принципи незмінності обсягу групи та методики обліку.

1. Андрієнко Т.Л. та ін. Методичний посібник до ведення "Літопису природи". – К.: Академперіодика. – 2002. – 53 с.
2. Бурова Л.Г. Экология грибов-макромитетов. – М.: Наука. – 1986. – 220 с.
3. География и мониторинг биоразнообразия / под общ. ред. Н.С. Касимова, – М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра. – 2002. – 432 с.
4. Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша: пер. с англ. – М.: Мир. – 1988. – 184 с.
5. Змитрович И.В., Малышева В.Ф., Малышева Е.Ф. Некоторые термины и понятия микogeографии: критический обзор // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2003. – Вып. 4. – с. 173-188.
6. Костюшин В.А., Андрієнко Т.Л., Мельничук В.П. Огляд програм моніторингу біорізноманіття в Україні. – К.: Національний екологічний центр України. – 2008. – 80 с.
7. Костюшин В.А., Губар С.І., Домашлінець В.Г. Стратегія розвитку моніторингу біологічного різноманіття в Україні. – К.: Національний екологічний центр України. – 2009. – 58 с.
8. Малышева В.Ф., Малышева Е.Ф. Высшие базидиомитеты лесных и луговых экосистем Жигулей. – М.; СПб: Товарищество научных изданий КМК. – 2008. – 242 с.
9. Мюллер Э., Лёффлер В. Микология: пер. с нем. – М.:Мир. – 1995. – 343 с.
10. Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods / ed. by Greg M. Mueller. – San Diego – London: Elsevier Academic Press.– 2004. – 777 p.
11. Dighton, J., et al., ed. The Fungal Community: its organization and role in the ecosystem. 3rd ed. – Raton, FL: Taylor & Francis. – 2005. – Chapter 10, p.193-214.
12. Norvell, L., Exeter, R. Fungal response to thinning at Green Peak / The Pdf. presentation. – Green Peak Density Management. – 2004. – 22 p.